

文章编号: 1009-3850(2000)04-0001-19

用现代地层学方法判别冈瓦纳大陆的北界

黄志勋¹, 马召军², 刘协章³

(1. 成都理工学院, 四川 成都 610059; 2. 西藏地勘局 区调队, 西藏 拉萨 850000;
3. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 在深入研究 1:100 万“改则幅”和“日土幅”区调中大量原始资料和青藏高原生物地理区系与地壳演化的基础上, 用现代地层学方法, 重点研究羌塘地块和唐古拉地块的属性及冈瓦纳大陆的北界。笔者首先排除了推覆构造对建立古大陆边缘造山带原地岩系地层层序的严重干扰, 对羌塘地块和唐古拉地块的地层层序进行了重建, 提出了羌塘地块古大陆边缘现代地层学格架的演化模式。羌塘地块古大陆边缘有两个不同属性而又相互关联的地层体, 现今呈一西一东的分布格局, 向洋(古特提斯洋)一侧为以深水砂泥复理石和放射虫硅质岩为主的沉积组合类型, 向陆一侧为以浅水碎屑、碳酸盐为主的沉积组合类型。从而证实了古特提斯洋存在一个向羌塘地块古大陆边缘倾斜的俯冲消减带。它导致羌塘地块古大陆边缘活化造山运动, 并于中二叠世末期与唐古拉地块碰撞, 形成晚海西褶皱带。探讨了不同时期不同地块骨骼同位素的演变特征及其成因解释。论述了羌塘地块生物地理区系的发生、发展、消亡与羌塘地块同冈瓦纳大陆分裂、向北漂移(导致新特提斯洋形成)及同唐古拉地块碰撞(导致古特提斯洋消亡)的板块活动关系。

关键词: 现代地层学; 羌塘地块; 生物地理区系; 古生物化学; 冈瓦纳大陆; 基梅里大陆

中图分类号: P541

文献标识码: A

Recognition of the northern boundary of Gondwanaland using modern stratigraphic techniques

HUANG Zhi-xun¹, MA Zhao-jun², LIU Xie-zhang³

1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Regional Geological Surveying Party, Xizang Bureau of Geology and Mineral Resources, Lhasa 850000, Xizang, China; 3. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China

收稿日期: 2000-03-17

Abstract: The present paper addresses the research on the attributes of the Qiangtang and Tanggula blocks and on the recognition of the northern boundary of Gondwanaland which focuses on the reestablishment of the stratigraphic framework along the margins of the Qiangtang block, referenced to the data from the 1:1000000 Gerze and Rutog Sheets and biogeographic provinces and crustal evolution of the Qinghai-Xizang Plateau. There are two stratigraphic bodies which are different in character but correlated in origin, and aligned in the eastern and western margins of the Qiangtang block; deep water-dominated sandy and muddy flysch and radiolarian silicite-dominated sedimentary associations on the oceanward side, and shallow water siliclastic- and carbonate-dominated sedimentary associations on the landward side, implying that a northward-dipping subduction zone once occurred in the Palaeo-Tethys and once collided with the Tanggula block during the latest Permian, resulting in the formation of the late Hercynian fold belt. In addition, this paper also deals, in detail, with isotopic evolution and genesis of the skeletal fragments from various blocks of different ages, and the relationship between the initiation, development and termination of the biogeographic provinces in the Qiangtang block and rifting apart from Gondwanaland and northward drift (which led to the formation of the Neo-Tethys) and the collision of this block with the Tanggula block (which led to the termination of the Palaeo-Tethys).

Key words: modern stratigraphy; Qiangtang block; biogeographic province; Palaeo-biochemistry; Gondwanaland; Cimerian continent

国内外学者在最近 10 多年里从不同的角度来讨论冈瓦纳大陆的北界,其当前仍然是地质学家关注的热点。徐仁(1978)、李星学(1979, 1981)、吴望始(1981)根据当时的资料,曾把雅鲁藏布江带作为冈瓦纳大陆与劳亚大陆的分界线。Sengör (1979)提出基梅里大陆(Cimerian continent)的概念^[1],即它是由从冈瓦纳大陆分裂出来的微陆块组成,其向北漂移导致新特提斯洋的出现和古特提斯洋的消亡。王鸿祯(1983)提出以班公湖-怒江带作为两个大陆的分界线,并把冈底斯地块作为基梅里大陆的一部分^[2]。黄志勋(1987, 1989)认为两个大陆的分界线为霍尔巴错-西亚尔岗地壳对接带,羌塘地块应属于基梅里大陆^[3,4]。刘本培(1983)^[5],范影年(1985)^[6]等也有类似的表述。同时有人把两个大陆的分界线向北推进到玉树-金沙江带(梁定益, 1983)^[7]。

笔者认为寻找冈瓦纳大陆的北界的关键应首先排除普遍发育于大陆边缘造山带的大规模推覆构造的严重干扰,重建冈瓦纳大陆或基梅里大陆古大陆边缘与现代地层学格架及其演化模式;寻找两大洲的地缝合线中的古特提斯洋的残骸(蛇绿岩套);重视生物地理区系的发生、发展、消亡与板块活动的温度-纬度分带效应、地质效应的关系。笔者认为应用现代地层学方法是判别冈瓦纳大陆北界的最有效的方法之一。现代地层学(modern stratigraphy)方法就是以多手段、多方法和多角度研究地层体的不同属性,从而更客观、全面对地层体作出合理的成因解释,目的是揭示地层体在三度空间的相关性(杨遵仪等, 1993)^[8]。所谓地层体是

指在现代地层学格架中具有相对独立的属性而又相互关联的地质体(与地体的含义不同)。例如现代被动大陆边缘具有不同的地层体:陆架、陆坡-陆隆、深海平原等;活动大陆边缘具有岛弧、海沟陆坡、海沟、大洋地壳、洋岛、海山等不同地层体。本文用现代地层学方法,论述了羌塘地块古大陆边缘地层的属性及其在三度空间的相关性;唐古拉地块与大规模的推

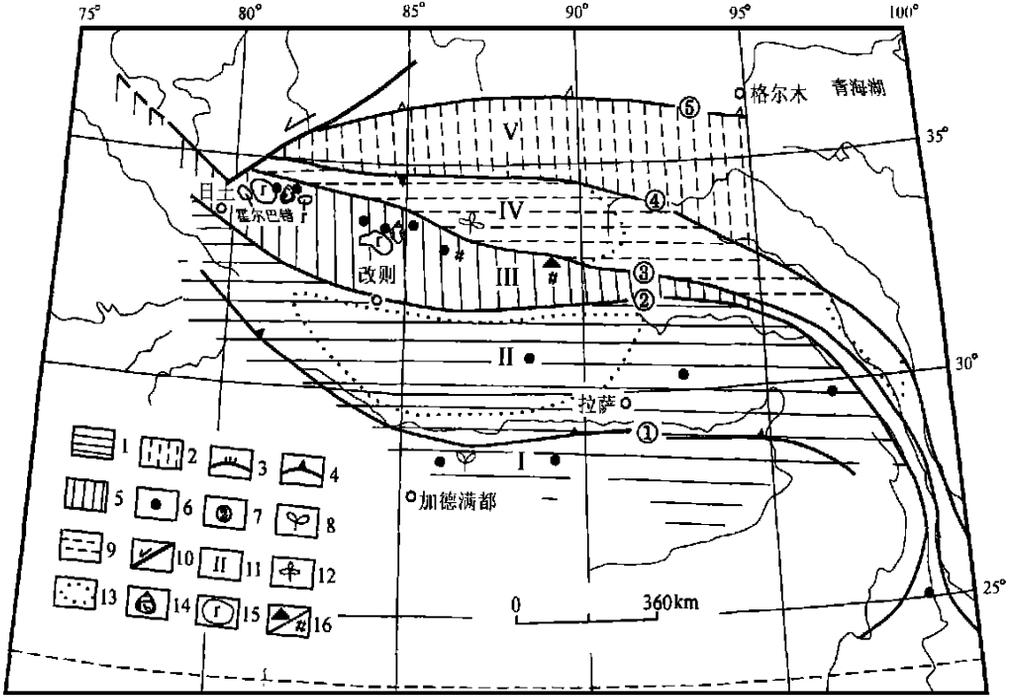


图1 青藏高原及其邻区石炭纪—二叠纪构造和生物古地理纲要图

1/5 冈瓦纳相稳定沉积类型/活动沉积类型; 2/9 古特提斯相稳定沉积类型/活动沉积类型; 3. 主逆冲面; 4. 俯冲方向; 6. 杂砾岩 7. 地壳对接带编号; 8. 舌齿植物群; 10. 横断层; 11. 沉积区编号; 12. 华夏植物群; 13. 地块范围; 14. *Eurydesma* 冷水动物群, *Oriocussatella/Atomodesma* 冷温动物群; 15. 海西期花岗岩; 16. 蓝闪石片岩/蛇绿混杂岩。I. 喜马拉雅地块 II. 冈底斯地块; III. 羌塘地块; IV. 唐古拉地块; V. 可可西里地块。①. 雅鲁藏布江地壳对接带; ②. 班公湖-怒江地壳对接带; ③. 霍尔巴错-西亚尔岗地壳对接带; ④. 约居台-金沙江地壳地对接带; ⑤. 玛沁-修沟断裂带

Fig 1 Carboniferous-Pemian tectonic and biogeographic outline of the Qinghai-Xizang Plateau and its adjacent areas

1/5=stable/active sediment types on Gondwanaland; 2/9=stable/active sediment types in the Palaeo-Tethys; 3=major thrust surface; 4=subduction direction; 6=diamictite; 7=suture zone number; 8=Glossopterides; 10=transverse fault; 11=depositional area number; 12=Cathaysian flora; 13=continental block; 14=*Eurydesma*, *Oriocussatella/Atomodesma*; 15=Hercynian granite; 16=glauphane schist/ophiolitic melange. I=Himalayan block; II=Gargdise block; III=Qiangtang block; IV=Tanggula block; V=Hoh Xil block. ①=Yarlung Zangbo suture zone; ②=Bangong-Nuijiang suture zone; ③=Hobaco-Xiyekang suture zone; ④=Yuejutai-Jinshajiang suture zone; ⑤=Maqen-Xugui fault

覆构造;重建了羌塘地块及邻区的现代地层学格架及其演化模式;探讨了古生物化学的演变和生物地理区系的发生、发展、消亡与板块活动的关系。认为羌塘地块是从冈瓦纳大陆分裂出来的微陆块或地体,在其与冈瓦纳大陆分裂前,古特提斯洋的宽度大于 2600km,随着其向北漂移,直至中二叠世末与唐古拉地块碰撞,从而导致古特提斯主体消亡(图 1)。

1 羌塘地块古大陆边缘的地层体

羌塘地块由王鸿祯教授命名。它是一个微陆块/地体。其界于班公湖-怒江地壳对接带与霍尔巴错-西亚尔岗地壳对接带之间的狭长形地带,大致西起东经 78°,东止东经 90°的范围内。其北与唐古拉地块,南与冈底斯地块相邻。对于羌塘地块属性的认识,至今主要有亲冈瓦纳大陆/亲劳亚大陆之说。也就是说,羌塘地块的属性关系到冈瓦纳大陆和劳亚大陆的关系及冈瓦纳大陆的北界的重大地质问题。

我们用现代地层学方法,识别出羌塘地块古大陆边缘有两个不同属性而又相互关联的地层体(表 1):霍尔巴错-冈玛错地层体(W)和戈木错-西亚尔岗地层体(E)。现今它们呈一西一东的分布格局,两者的界线大致在戈木错东侧。戈木错-西亚尔岗地层体为向洋(古特提斯洋)一侧,霍尔巴错-冈玛错地层体为向陆一侧。推测在晚古生代时,这两个地层体应呈近于一南一北的格局,现今已顺时针旋转了近 90°的方向(图 10)。在沉积组合类型上,霍尔巴错-冈玛错地层体以浅水碎屑、碳酸盐为主的沉积组合类型,而戈木错-西亚尔岗地层体则以深水的砂泥复理石和放射虫硅质岩为主的沉积组合类型,两者具不同的构造古地理背景。

1.1 霍尔巴错-冈玛错地层体

该地层体迄今出露的最老地层为泥盆系。石炭纪一二叠纪的冈瓦纳岩系广泛发育,普遍缺失上二叠统到下中三叠统。上三叠统肖茶卡组超覆于冈瓦纳岩系之上。

肖日山群 肖日山群为新命名的岩石地层单位,其标准剖面位于改则县北东的肖日山。为一套陆相-滨海相的含碳质粉砂岩、长石石英砂岩、粉砂质页岩,层理发育,厚度大于 87.5m。产(?)*Archaeosigillaria* sp., *Archaeosigillaria* 为晚泥盆世植物群的重要分子,广泛见于冈瓦大陆的印度喜马拉雅的 Libya 地区(D₃-C₁)和 Sahara 地区(C₁)(Lejal, 1970; Lejal 和 Nicol, 1975),克什米尔喜马拉雅 Wallarama 和 Monigam 地区的“*Fenestella*”页岩(C₁)(Gopal, 1981),南美阿根廷(D₁)。而在华北、华南,塔里木等地均未见及,显示其与冈瓦纳大陆关系密切。

霍尔巴错群 霍尔巴错群一名源于 Norin(1946)命名的霍尔巴错系(Horbaco series)。广泛分布于日土地区的霍尔巴错一带,向东延入改则地区的查多岗日、冈玛错、日湾茶卡、热觉茶卡一带。在日土地区,梁定益等(1983)作了研究,自下而上进一步划分为擦蒙组、展金组和曲地组^[9]。在改则地区的霍尔巴错群碎屑岩的粒度变细并有轻度变质。该群岩相变化较大,厚度很大,大于 6500m。

在改则地区,擦蒙组为以杂砾岩、含砾板岩、变质砂岩为主,厚度大于 1500m。杂砂岩为杂基支撑结构,成分成熟度和结构成熟度均很低,砾石多呈次棱角状,反映其生成环境与冰水有关的密度流沉积。展金组为一套砂质板岩、变质砂岩、石英千枚岩(由硅泥质变质而来)、砂质灰岩夹多层基性火山岩;变质玄武岩、绿泥石-黝帘石岩(由基性火山岩变质而来)。

表 1 青藏高原羌塘地块、唐古拉地块的地质层及生物群
Table 1 Stratigraphy and biotas in the Qiangtang and Tanggula blocks, Qinghai-Xizang Plateau

统	唐古拉地块		羌塘地块		壳 塘 地 块		戈木错-西亚阿尔岗地体 上三叠统肖茶卡组
	地 区	地 层	地 区	地 层	地 区	地 层	
上三叠统 (P ₃)	阶	下三叠统康鲁组	热芭茶卡组	霍尔巴错-冈玛错地体 上三叠统肖茶卡组	龙格组	果取加年山组	缺失
中三叠统 (P ₂)	长兴阶	<i>Pulaofusulina</i> fauna/ <i>Gigantopteris</i> flora <i>P. nana</i> , <i>P. sinensis</i> , <i>P. fusiformis</i> <i>G. nicotianifolia</i> , <i>Gigantocrucella lagrelii</i>	缺失	缺失	香龙英巴组	曲地组	硅质、砂泥质岩相:暗绿色薄层状放射虫 硅质岩与硅质粉砂岩互层 大于163m
	吴家坪阶						
下三叠统 (P ₁)	茅口阶		狮头山群	霍尔巴错群	展金组	戈木日中组	砂泥质复理石相:深灰色杂砂岩、泥质粉砂岩呈韵律互层 80m
	栖霞阶	<i>Stacheceras</i> fauna <i>S. cl. marfium</i> <i>Amplexocarinia</i> fauna <i>Amplexocarinia</i> , <i>Fenestella</i>					
上石炭统 (C ₂)	亚丁斯克阶		江爱藏布群	霍尔巴错群	展金组	戈木日下组	变质含砾砂岩、变质石英英砂岩、石英岩、大理岩、石英千枚岩呈韵律互层,夹数层基性火山岩;绿泥石-黏泥石-黏岩互层 4274m
	萨克马尔阶						
下石炭统 (C ₁)	阿瑟尔阶	<i>Triticites</i> <i>Choristites nunanyi</i>	日凌茶卡组	霍尔巴错群	擦蒙组	戈木日下组	砂泥质复理石相:变质石英砂岩、变质粉砂岩、变质粉砂岩呈韵律互层 大于250m
	格舍尔阶	<i>Eofusulina-Profusulinella</i> fauna <i>E. cf. trianguliformis</i> , <i>Osovacinella tirigi</i> <i>Pseudostaffella sphaceloides cuboides</i>					
泥盆系 (D)	大塘阶	<i>Gigantoproductus-Kueichotrochylum</i> fauna <i>G. giganteus</i> , <i>K. sinense</i> , <i>Yuanophyllum ansuense</i> , <i>Margivatis</i> fauna <i>Marginaia</i> , <i>Cystospirifer yanguania</i>	查桑组	背日山群	擦蒙组	戈木日下组	
	岩关阶	<i>Srigocephalus obesus</i> <i>Zdanii</i> , <i>Tenuophyllum ruangense</i>					

厚度为 3700m。产冈瓦纳相冷水 *Trigonotreta lanhuensis* 腕足动物群。在日土地区的吉普村产 *Eurydesma* 冷水双壳动物群^[3]。*Trigonotreta* 冷水腕足动物群广泛分布于冈瓦纳岩系,是印度乌马利亚海相层的主要分子,在中国喜马拉雅的基龙组、申扎的扎朗玛日阿组也见到它与 *Eurydesma* 冷水动物群的主要分子 *Stepanoviella* 和冷水珊瑚 *Lytovolasma*, *Wannerophyllum* 共生。曲地组为一套含砾砂岩、粉砂岩、钙质页岩,厚度为 1300m。改则地区的曲地组产 *Atom-odesma-Schizodus* 冷温双壳动物群和 *Cyathaxonia tenuiseptata-Wannerophyllum* 冷温珊瑚动物群(表 1)。在日土地区产 *Oriocrassetella-Schizodus* 冷温双壳动物群。这两个动物群广泛分布于冈瓦纳大陆的海相层。前者见于西澳大利亚、新西兰、巴基斯坦(Wathelose, 1976)和中国的喜马拉雅、冈底斯。也见于安加拉大陆的边缘水域。在西澳大利亚,这个动物群,出现于 *Callythara* 组,其位于 *Eurydesma* 动物群之上,时代属于早二叠世早期(Sakmarian)^[19]。

鲁谷组/吞龙共巴组 鲁谷组为 1:100 万“改则幅”区域地质调查报告(1987)建立的岩石地层单位,由砂岩、页岩、灰岩、硅质岩夹中基性火山岩(玄武岩、枕状熔岩),在玄武岩中夹灰岩透镜体,厚度大于 125m,产 *Monodixodina* 冷温笔石类动物群, *Lytovolasma* 冷温珊瑚动物群和 *Costiferina* 冷温腕足动物群。它与日土地区的吞龙共巴组为相变关系,后者缺乏火山岩和硅质岩。

龙格组 该组岩相较于稳定,广泛分布于改则地区西部和日土地区。在改则地区以灰岩为主,夹砂岩、页岩和硅质岩。厚度为 500~1200m。产典型的与赤道暖流有关的 *Polydixodina* 暖水笔石类动物群(图 2)。

2.2 戈木错-西亚尔岗地层体

该地层体从改则的戈木错向东延入双湖的西亚尔岗一带。它与霍尔巴错-冈玛错地层体分别代表两个不同构造古地理背景和不同构造岩相带的地质体。它们彼此为相互关联的两个独立的地层体。戈木错-西亚尔岗地层体自下而上分为戈木错群[$C-P_1$] *gm* 和果敢加年山组。戈木错群分为戈木日下组、戈木日中组和戈木日上组。这些地层单位均为本文命名的新的岩石地层单位(图 3)。其标准剖面位于戈木错附近的戈木日-果敢加年山。戈木错群以巨厚(大于 6854m)的深水砂泥复理石相为主。果敢加年山组以放射虫硅质岩为主,厚度 163m。上三叠统肖茶卡组超覆于该地层体之上。戈木错群普遍遭受到不同程度的变质作用,从戈木错向东到西亚尔岗一带,变质程度加深达绿片岩相。在主逆冲面的下盘,由于推覆构造的强大应力所产生的高压高温,导致叠加变质作用,部分绿片岩可增至角闪岩相,岩石强烈变形,呈眼球状,并糜棱岩化。这种叠加变质现象在造山带地区的推覆构造主逆冲面的下盘出现是常见的地质现象。

戈木日下组 该组以砂泥复理石沉积为特征,由灰白色变质石英砂岩、变质粉砂岩、浅灰色粉砂质板岩组成的韵律性互层。具有灰白色与浅灰色相间的条带构造。厚度大于 2500m,未见底。

戈木日中组 该组由浅灰到深灰色变质含砾砂岩、变质石英砂岩、石英岩、石英千枚岩(由硅质岩、硅质泥岩变质而来)组成韵律互层,上部夹灰绿色大理岩及 8~9 层变质基性火山岩:绿泥石-黝帘石岩、阳起石-蓝闪石片岩、含蓝闪石变质玄武岩。厚度为 4274m。

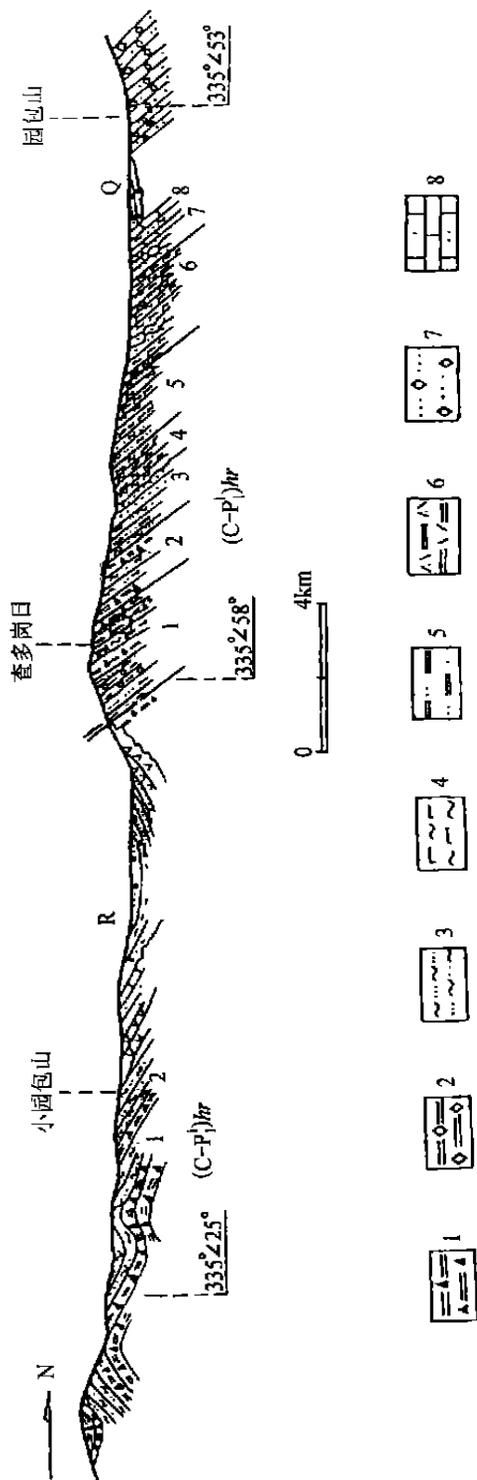


图2 青藏高原北部改则查多岗日-小园包山-霍尔巴错群:擦蒙组、展金组 and 曲地组地层剖面

1. 杂砂岩, 含砾板岩; 2. 钙质砂岩; 3. 变质砂岩; 4. 变质玄武岩; 5. 砂质板岩; 6. 凝灰质板岩; 7. 粉砂质砂岩; 8. 砂质灰岩

Fig. 2 Stratigraphic section through the Cameng, Zhanjin and Qudi Formations of the Horbaco Group in the Chagto Kangri-Xiaoyuanbaoshan zone, Gerze, northern Xizang

1 = graywacke and gravel-bearing slate; 2 = calcareous sandstone; 3 = metamorphic sandstone; 4 = metamorphic basalt; 5 = sandy slate; 6 = tuffaceous slate; 7 = silty sandstone; 8 = sandy limestone

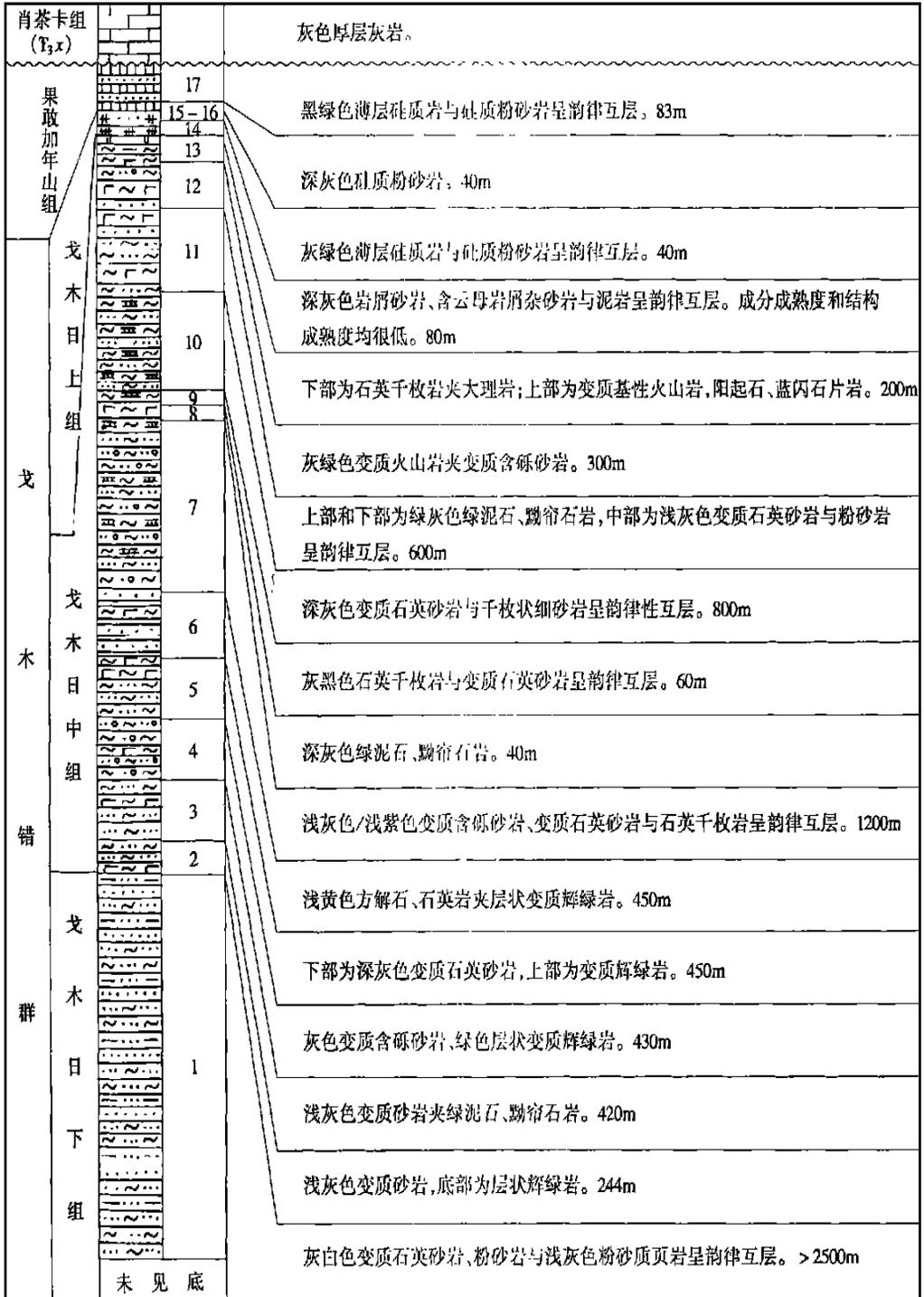


图3 青藏高原羌塘地块改则戈木错群柱状剖面图

Fig. 3 Stratigraphic column through the Gomoco Group in Geze, northern Xizang

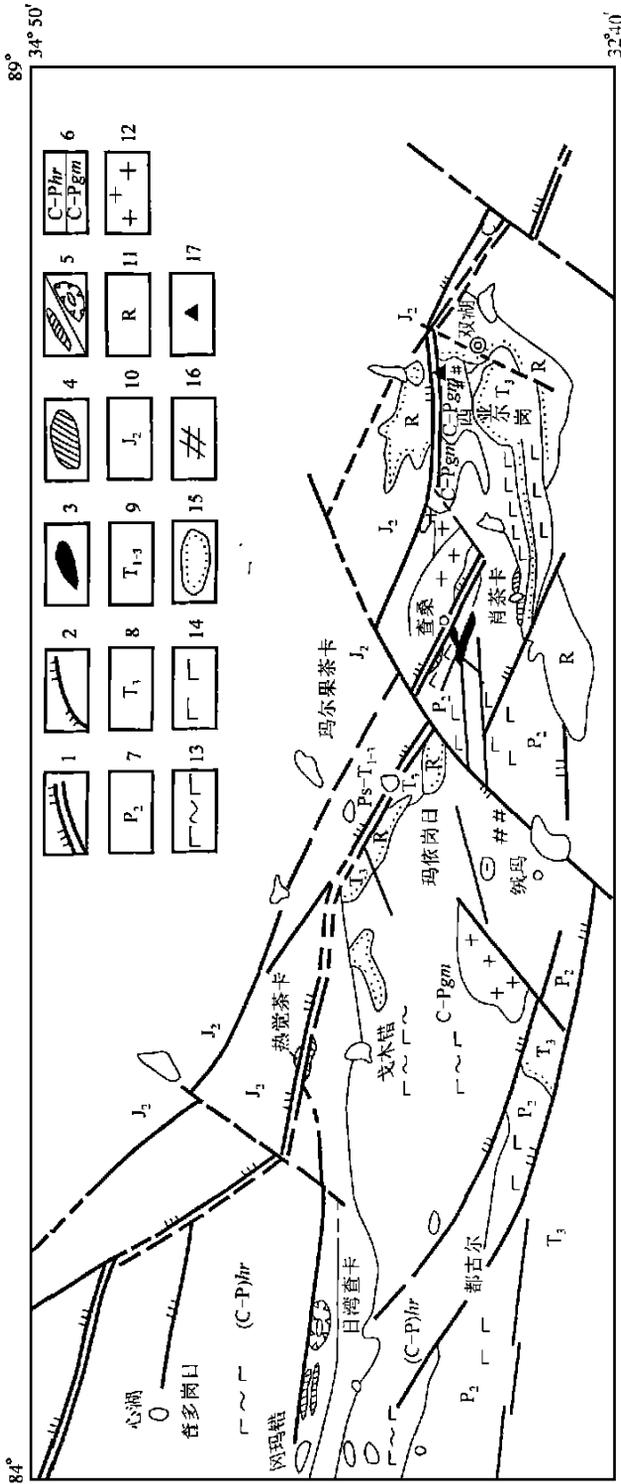


图4 青藏高原北部改则—双湖一带地质构造图

1. 霍尔巴错-西亚尔岗地壳对接带/主逆冲面; 2. 一般逆冲断层; 3. 异地岩系("查桑组"飞来峰); 4. 异地岩系("热觉茶卡组", "康鲁组", "康南组"飞来峰); 5. 异地岩系("日湾茶卡组"飞来峰/构造窗); 6. 原地岩系: 霍尔巴错群/戈木措群; 7. 原地岩系中二叠统鲁鲁谷组, 中二叠统香龙共巴组; 8. 上三叠统肖茶卡组; 9. 康鲁组(T₁)—康南组(T₂)—肖茶卡组(T₃); 10. 中侏罗统; 11. 第三系; 12. 花岗岩; 13. 变质基性熔岩; 14. 基性熔岩; 15. 不整合; 16. 蓝闪石片岩; 17. 蛇绿杂岩

Fig. 4 Geological and tectonic map of the Gerze-Shuanghu zone, northern Xizang

1 = Horbaco-Xiyekang suture zone/major thrust surface; 2 = thrust fault; 3 = allochthonous rock series ("Chasang Formation" klippe); 4 = allochthonous rock series ("Rejiaochaka Formation", "Kanglu Formation" and "Kangnan Formation" klippe); 5 = allochthonous rock series ("Rizhachaka Formation" klippe/tectonic window); 6 = autochthonous rock series: (Horbaco Group/Gomoco Group; 7 = autochthonous rock series: Middle Permian Lugu Formation and Middle Permian Tunlonggongba Formation; 8 = Upper Triassic Xiaochaka Formation; 9 = Kanglu Formation (Lower Triassic) - Kangnan Formation (Middle Triassic) - Xiaochaka Formation (Upper Triassic); 10 = Middle Jurassic; 11 = Tertiary; 12 = granite; 13 = metamorphic basic lava; 14 = basic lava; 15 = unconformity; 16 = glaucophane schist; 17 = ophiolitic melange

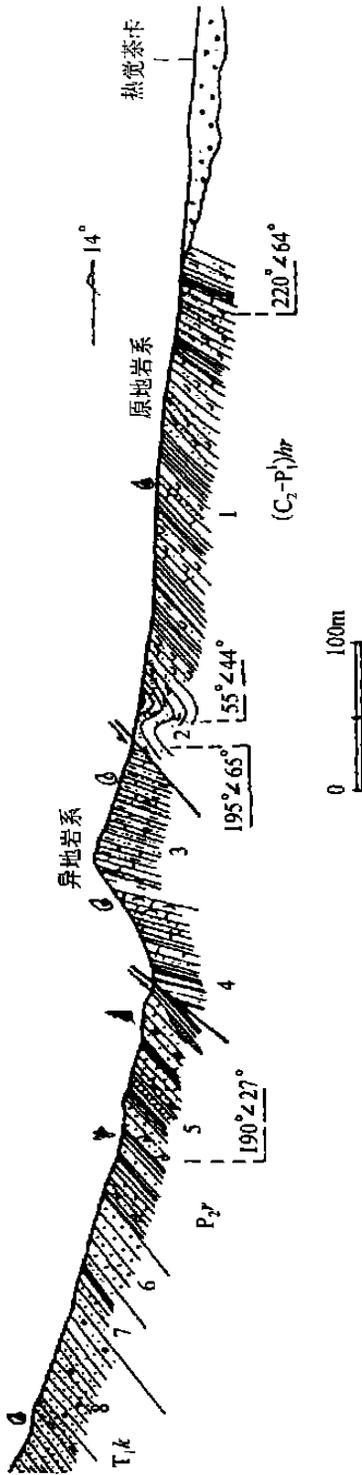


图5 青藏高原北部改则热觉茶卡(蓝湖)的异地岩系和原地岩系地层剖面

原地岩系: 霍尔巴错群展金组, 变质砂岩, 变质粉砂岩夹砂质灰岩, 产 *Trigonatrella lanhuensis* Yang (MS) 冷水腕足动物群
 异地岩系(外来岩系): “热觉茶卡组”, 砂岩、粉砂岩夹灰岩, 产 *Palaeofusulina* 暖水笔类动物群和 *Gigantopteris* 华夏植物群; “康鲁组”, 砾岩、砂岩、页岩夹煤线, 产 *Claraia* 双壳动物群

Fig.5 Stratigraphic section through the autochthonous and allochthonous rock series in Rejiaochaka, Gerze, northern Xizang

The autochthonous rock series consist of metamorphic sandstones and siltstones intercalated with sandy limestones in the Zhaojin Formation of the Horbaco Group in which *Trigonatrella lanhuensis* Yang (MS) occurs. The allochthonous rock series consist of sandstones and siltstones intercalated with limestones in the Rejiaochaka Formation in which *Palaeofusulina* and *Gigantopteris* are identified, and of conglomerates, sandstones and shales intercalated with coal seams in the Kanglu Formation in which *Claraia* occurs

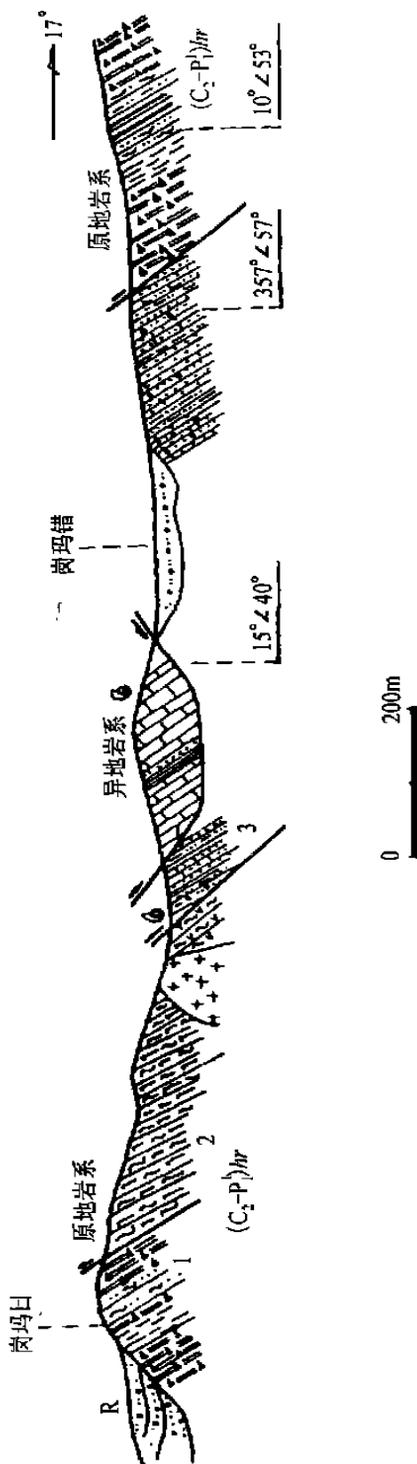


图6 青藏高原北部改则、岗玛错-岗玛日的原地岩系和异地岩系地层剖面

原地岩系: 霍尔巴错群曲地组, 砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩、砂质灰岩, 产 *Atomodasma-Schizodus* 冷温双壳动物群和 *Cyathoxonia-Ampplexus* 冷温珊瑚动物群
 异地岩系(外来岩系): 日湾茶卡组, 灰岩夹砂岩、粉砂岩、页岩, 产 *Kueichouophyllum* 暖水珊瑚动物群

Fig.6 Stratigraphic section through the autochthonous and allochthonous rock series in the Gangmarco-Gangnari zone, Gerze, northern Xizang. The autochthonous rock series consist of sandstones, siltstones, silty shales and sandy limestones in the Qudi Formation of the Horbaco Group in which *Atomodasma-Schizodus* and *Cyathoxonia-Ampplexus* occur. The allochthonous rock series consist of limestones intercalated with sandstones, siltstones and shales in the Riwanchaka Formation in which *Kueichouophyllum* occurs

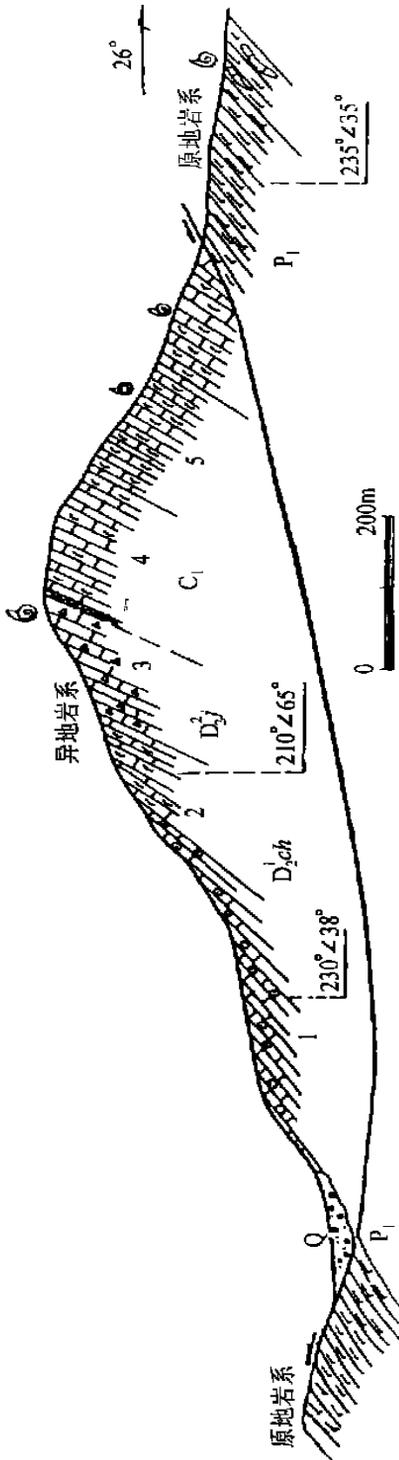


图7 青藏高原北部改则查桑的原地岩系和异地岩系地层剖面

原地岩系: 鲁谷组、玄武岩夹含 *Monodirodina* 冷温藻类动物群的灰岩透镜体; 异地岩系(外来岩系): 查桑组(D_2ch); 灰岩、泥灰岩、角砾状灰岩, 产 *Zidmir-Stringocephalus* 腕足动物群

Fig. 7 Stratigraphic section through the autochthonous and allochthonous rock series in Chasang, Gerze, northern Xizang. The autochthonous rock series consist of the basalts intercalated with *Monodirodina*-containing limestone lenses in the Luqu Formation. The allochthonous rock series consist of limestones, marls and brecciated limestones in the Chasang Formation in which *Zidmir-Stringocephalus* occur

戈木日上组 该组由深灰色岩屑砾岩、含云母杂砂岩和泥质粉砂岩组成的韵律互层。岩屑砾岩的砾石砾径一般为0.2~1cm,呈次棱角一次圆,分选性差,具杂基支撑。厚度80m。

果敢加年山组 果敢加年山组为一套硅质、砂泥质岩相的沉积。暗绿色薄层放射虫硅质岩与灰绿色硅质粉砂岩呈韵律互层,具条带状构造。厚度为3m。

综上所述,羌塘地块大陆边缘的霍尔巴错-冈玛错地层体和戈木错-西亚尔岗地层体的沉积特征表明,后者位于向洋(古特提斯洋)一侧,以发育深水复理石相和放射虫硅质岩相为特征;前者位于向陆一侧,以发育浅水碎屑和碳酸盐岩沉积为特征。

3 唐古拉地块与推覆构造

唐古拉地块界于霍尔巴错-西亚尔岗地壳对接带与马尔盖茶卡(约居台)-金沙江地壳对接带之间的稳定地块(图1)。其大部分地区被中生代地层覆盖,只是由于大规模的推覆构造和逆冲断裂构造在其边缘地带出露较老的古生代地层及基底岩系。在西南缘的拉竹龙一带出露志留系和含 *Zdimir*, *Strigocephallus* 的泥盆系;在普尔错一带出露含 *Marginatia*, *Yuanophyllum* 和 *Choristites-Tritocites* 的石炭系;在甜水沟-天神大坂一带出露基底变质岩系:含 *Bacalia* 的长城群。在东南缘的双湖北侧出露含 *Kueichouphyllum* 动物群的石炭系;在马尔果茶卡一带出露上二叠统一下三叠统(康鲁组/康如茶卡组)-中三叠统(康南组)。在东北缘的曲麻来县狮头山-太平湖一带出露含 *Stachaeceus cf. mirificum* 动物群的二叠系狮头山群(新命名的岩石地层单位),主要为碎屑岩、玄武岩夹灰岩,厚度大于1770m。

在大陆边缘造山带发育大规模的推覆构造是一种十分普遍的地质现象,也是地质学家十分关注的重大地质问题。若不首先排除推覆构造造成的大量外来岩系的严重干扰,就无法正确重建大陆边缘造山带原地岩系的地层系统和现代地层学格架。

三叠纪末期随着羌塘地块北侧的可可西里-巴颜喀拉海的关闭,规模宏大印支运动向南产生强大应力,导致沿霍尔巴错-西亚尔岗地壳对接带(推覆构造的主逆冲面)发生大规模的推覆构造运动,造成在主逆冲面以南出现许多大小不一的来自唐古拉地块的含特提斯暖水生物群的前沿推覆体,以无根的飞来峰和外来岩块的形式覆盖于原地的含冷水动植物群的冈瓦纳岩系之上。这些外来岩系包括被命名的“查桑组”(王成善等,1985;吴瑞忠,1985),“日湾茶卡组”(谢义木,1981),“江爱藏布群”(黄志勋等,1987),“热觉茶卡组”“康南组”和“康鲁组”(文世宣,1979)等。需指出的是这些来自唐古拉地块的外来岩系的地层命名者,大多数都没有指出它们是外来岩系,甚至有的命名者把它当作羌塘地块的“原地岩系”并置于所谓的“羌塘地块变质基底‘阿木岗群’的盖层”^[11,12],现已证明这是一种误解。而现被笔者证实的所谓前泥盆系变质基底“阿木岗群”和前震旦系基底“羌塘群”^[13]等只是相当于霍尔巴错群和戈木错群的一部分。

3 古特提斯洋与羌塘地块古大陆边缘造山带的现代地层学格架及演化模式

3.1 古特提斯洋的残骸(西亚尔岗蛇绿杂岩)

蛇绿岩套是板块缝合线的重要证据。鉴于多次造山运动和推覆构造的叠加破坏及新地层的掩盖,迄今古特提斯洋的遗骸很少被发现。在我国,张旗(1986)报道了侵位于临沧地块古大陆边缘铜厂街的蛇绿混杂岩^[14]。黄志勋(1989)报道了侵位于羌塘地块古大陆边缘的西

亚尔岗蛇绿杂岩。在双湖的西亚尔岗出露约 1km^2 的单辉斜辉橄榄岩和阿鄂岗日的含长单辉斜辉橄榄岩、叶蛇纹石片岩、透闪石叶蛇纹石片岩(图 4, 8), 侵位于戈木错群。该蛇绿杂岩因位于主逆冲面下盘, 部分具变质组构特征, 均已强烈变形和糜棱岩化。它代表古特提斯洋的洋壳和洋幔的残余相于中二叠世末侵位于羌塘地块的古大陆边缘。

3.2 羌塘地块古大陆边缘现代地层学格架的演化模式

羌塘地块古大陆边缘经历过复杂的演变过程。这种演变类似于北美科迪勒拉中生代的活化造山运动(Condie, 1976)^[24]。

羌塘地块古大陆边缘地层体属性的演变——活化造山作用 在泥盆纪—晚石炭世早期, 羌塘地块古大陆边缘为稳定大陆边缘, 发育霍尔巴错-冈玛错大陆架地层体和戈木错-西亚尔岗陆坡-陆隆地层体(图 9)。在晚石炭世晚期(Asselian), 向洋(古特提斯洋)一侧的戈木错-西亚尔岗地层体的戈木错群中发育拉斑玄武岩系列(王成善等, 1985), 而向陆一侧的霍尔巴错-冈玛错地层体中的霍尔巴错群和鲁谷组中发育岛弧型的钙碱性火山岩, 火山岩向日土地区霍尔巴错逐渐减弱至消失。这种重大的演变特征表明, 羌塘地块古大陆边缘已由稳定大陆边缘转化为活动大陆边缘, 上述两个地层体分别转化为岛弧地层体和海沟陆坡-海沟地层体。

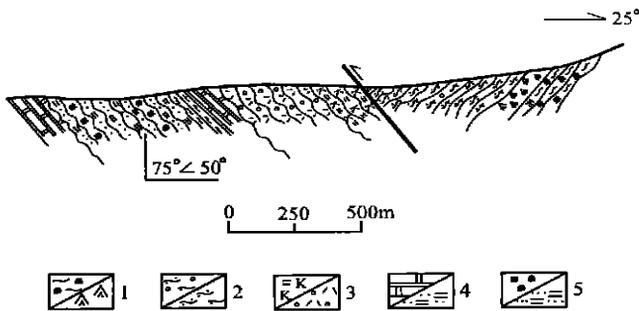


图 8 青藏高原北部双湖西亚尔岗蛇绿杂岩剖面

- 1 透闪石-叶蛇纹石片岩, 菱镁矿-叶蛇纹石片岩/二辉橄榄岩; 2 菱镁矿-滑石-透闪石片岩/滑石-绿泥片岩;
- 3 钾长石云英岩/角闪石片岩; 4 大理岩/绿泥石片岩; 5 阳起石片岩/石英片岩

Fig. 8 Cross section of the ophiolitic melanges in Xiyekang, Shuanghu, northern Xizang

1=tremolite-antigorite schist, magnesite-antigorite schist/lhezotite; 2=magnesite-talc-tremolite schist/talc-chlorite schist; 3=potassic feldspar-greisen/amphibole schist; 4=marble/chlorite schist; 5= actinolite/quartz schist

羌塘地块晚海西褶皱带的形成——活化造山运动 经近 10 条地质路线调查和地质剖面测量证明, 上三叠统肖茶卡组超覆于霍尔巴错-冈玛错地层体和戈木错-西亚尔岗地层体之上, 其间缺失上二叠统和下中三叠统; 西亚尔岗蛇绿杂岩侵位于戈木错群之中, 表明在中二叠世末期, 羌塘地块古大陆边缘发生活化造山运动, 导致地层体的地层变形变质和岩浆侵入, 形成晚海西褶皱带(图 3, 4, 8, 9)。

3.3 羌塘地块古大陆边缘的低温-高压变质相带

低温-高压变质相带的标志矿物是蓝闪石, 赋存于羌塘地块戈木错-西亚尔岗地层体的戈木错群绿片岩的蓝闪石片岩、含蓝闪石变质玄武岩中。在西亚尔岗和戈木日一带均可见及,

表明羌塘地块古大陆边缘向洋(古特提斯洋)一侧发育低温-高压变质相带(图3, 4, 8, 9)

从羌塘地块古大陆边缘地层体属性性质的演变和大陆边缘的活化造山运动而形成晚海西褶皱带及发育高压-低温变质相带证明, 古特提斯洋存在一个向羌塘地块古大陆边缘倾斜

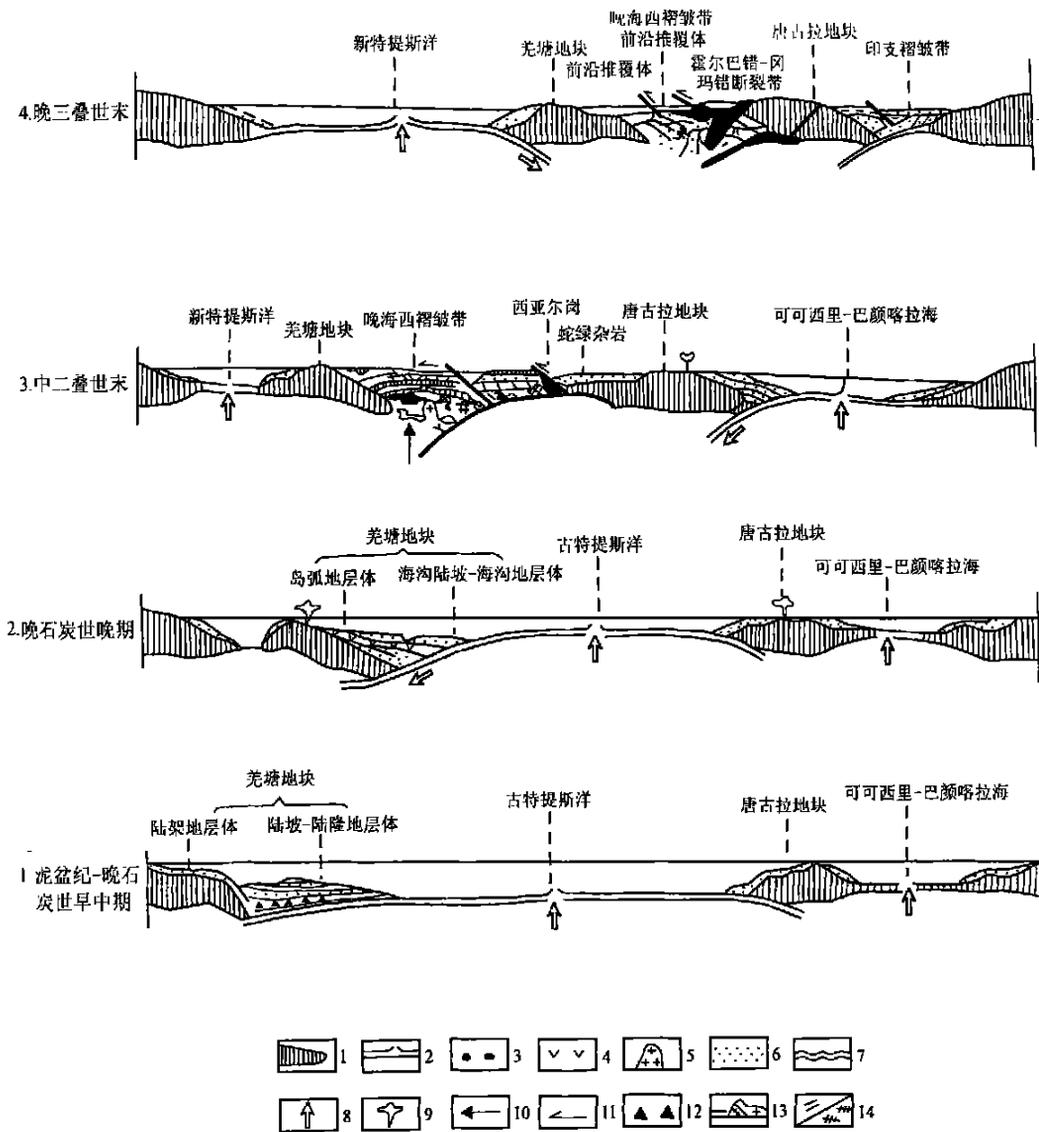


图9 羌塘地块古大陆边缘现代地层学格架演化模式

1 大陆地壳; 2 海洋地壳; 3. 蛇绿杂岩; 4. 基性熔岩; 5. 花岗岩; 6 复理石; 7 变形、变质; 8 洋中脊; 9. 岛弧; 10. 变形、变质方向; 11. 逆冲推覆方向; 12 杂砾岩; 13. 前沿推覆体; 14. 俯冲方向/蓝闪石片岩

Fig. 9 Model showing the evolution of modern stratigraphic framework along the margins of the Qiangtang block
 1=continental crust; 2=oceanic crust; 3=ophiolitic melange; 4=basic lava; 5=granite; 6=flysch; 7=deformation and metamorphism; 8=mid-oceanic ridge; 9=island arc; 10=deformation and metamorphism direction; 11=thrusting direction; 12=diamicite; 13=frontal nappe; 14=subduction direction/ glaucophane schist

的俯冲消减带。正是这个俯冲带, 不仅引起羌塘地块古大陆边缘的活化造山运动, 而且导致羌塘地块与冈瓦纳大陆分裂, 并作为基梅里本部的一员向北漂移(图 9, 10)。

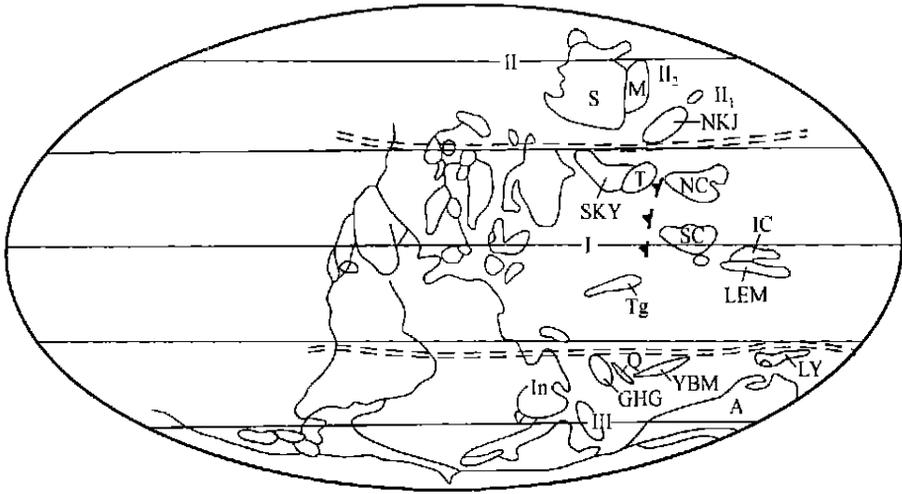


图 10 早二叠世早期(Sakmarian)生物古地理分区

I. 古特提斯生物大区; II. 安加拉生物大区; III. 冈瓦纳生物大区。A. 澳大利亚; Tg. 唐古拉地块; GHG. 冈底斯; IC. 印支; In. 印度半岛; Q. 羌塘地块; LEM. 临沧-东马来亚; Lr. 伊里安; M. 蒙古; NC. 华北; NKJ. 北哈萨克斯坦-准噶尔; S. 西伯利亚; SC. 华南; SKY. 南哈萨克斯坦-伊宁; T. 塔里木; YBM. 滇缅马

Fig 10 Biogeographic provinces during the early Early Permian (Sakmarian)

I = Palaeo-Tethyan realm; II = Angara realm; III = Gondwana realm. A = Australia; Tg = Tanggula block; GHG = Gangdise; IC = Indosinian block; In = India Peninsula; Q = Qiangtang block; LEM = Lincang-East Malaysia; LY = Irian Island; M = Mongolia; NC = North China; NKJ = North Kazakhstan-Junggar; S = Siberia; SC = South China; SKY = South Kazakhstan-Yining; T = Tarim; YBM = Yunnan-Burma-Malaya

4 古生物化学(骨骼同位素)的演变和生物地理区系的发生、发展、消亡与板块活动模式

板块活动必然导致大陆、海洋在纬度和经度上的不断变化, 即板块的分裂、漂移引起新海洋的产生、发展; 或板块的汇聚、碰撞引起古海洋的衰退、消亡; 也势必引起生物地理区系的发生、发展和消亡。当前国内外学者在重建古板块的位置和建立古板块的活动模式时主要依靠和应用生物地理学、古地磁学和古生物化学等方法。其中古生物化学方法主要是测定古生物的有机物和无机物两大类: 羧脯氨酸、亚氨基酸的含量和测定化石骨骼的同位素的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ / $\delta^{16}\text{O}_{\text{PDB}}$ 和 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ / $\delta^{12}\text{C}_{\text{PDB}}$ 的比值来计算生物当时生活的古海洋的古温度, 因其耗资颇大及识别样品蚀变程度的技术尚未完善而处于初级应用阶段。当前最有效的方法是采用生物地理区系与古地磁数据相互印证和紧密结合来进行研究板块的活动模式。生物地理区系的研究具有特殊作用, 应用同一板块在不同地质时期的生物纬度差距(biotic latitudinal distance)和分异度差距(diversity distance)可以确定古板块在纬向上的移动方向和距离, 而应用同一时期不同板块的生物距离(biotic distance), 即 Kauffman 指数可确定古板块在经向上的移

动方向和距离^[15]。笔者应用该区的生物地理区系和古生物化学(骨骼同位素)的研究成果并参考古地磁数据及各地层体的沉积组合类型、火山岩的大地构造背景及岩石地球化学、蛇绿岩套、变质带等多学科的研究成果,初试重建古板块位置及其活动模式(图9,10)

4.1 古生物化学(骨骼同位素)的演变与板块活动

笔者对羌塘地块及唐古拉地块在晚石炭世(Asselian)和早二叠世早期(Sakmarian)的生物地理区系分别作了骨骼同位素测试和对比(表2)。在 Asselian 期,羌塘地块与唐古拉地块的 $\delta^3\text{C}_{\text{PDB}}$ 相差 7.7‰, $\delta^8\text{O}_{\text{PDB}}$ 相差 24‰。显示羌塘地块 *Eurydesma* 的骨骼同位素值属于低异常值,表明其当时生活在寒冷海洋环境或有大量冰水加入的冰海环境,参考西澳大利亚 *Eurydesma* 的骨骼同位素测定的古海洋温度为 7.7℃(Lewensten, 1964),表明当时(Asselian)羌塘地块应处于高纬度(40°以上)的海域。在早二叠世早期(Sakmarian)的 *Oricrassetella* 和 *Atomodesma* 与同一地块晚石炭世晚期(Asselian) *Eurydesma* 的骨骼同位素测试数据相比较, $\delta^8\text{O}_{\text{PDB}}$ 值升高了 4.823‰~3.403‰,与唐古拉地块的晚石炭世晚期(Asselian)暖水生物的骨骼同位素相比较, $\delta^8\text{O}_{\text{PDB}}$ 值低了 19.207‰~20.627‰,表明羌塘地块由 Asselian 期高纬度的寒带冷水地带向低纬度水域漂移,可能进入寒温带水域。

表2 羌塘地块和唐古拉地块骨骼同位素测试结果

Table 2 Oxygen and carbon isotopic determinations of the skeletal fragments from the Qiangtang and Tanggula blocks

地块名称	羌塘地块			唐古拉地块
	日土	日土	改则	双湖江爱山北
地层名称	展金组	曲地组	曲地组	江爱藏布群
时代	Asselian	Sakmarian	Sakmarian	Asselian
$\delta^8\text{O}_{\text{PDB}}/\text{‰}$	-13.243	-8.42	-9.84	10.787
样品	<i>Eurydesma</i>	<i>Oricrassetella</i>	<i>Atomodesma</i>	<i>Chatetes</i>
$\delta^3\text{C}_{\text{PDB}}/\text{‰}$	-5.502	-4.76	-4.740	2.187
成因解释	冰水生物	冷温生物	冷温生物	暖水生物

4.2 生物地理区系的发生、发展、消亡与板块活动模式

生物地理区系的发生、发展、消亡的研究对判别板块在纬向上的移动方向和距离具有特殊的作用。板块运动的纬向距离主要识别同一板块的不同地质时期的生物地理区系的生物纬度差距和生物地理区系的温度-纬度分带的生物学标志。殷鸿福(1988)提出了识别生物纬度分带的生物学标志^[16]。简而言之,热带的生物纬度标志是生物具有高分异度、高地方性分子和具特有的暖水生物群;寒带则相反,生物具有低分异度、低地方性分子和具特有的冷水动物群。温带的生物纬度标志的最大特点是两极分布现象/两极同源现象和具有冷温生物群。寒温带与暖温带的生物纬度标志的区别是后者的冷温生物群出现之前有暖水生物群向温带扩张的现象,寒温带则无此现象。根据上述的生物纬度标志和骨骼同位素的演变与测温数据及古地磁测试数据来探讨羌塘地块生物地理区系在各个时期所处纬度带与板块活动的模式。晚石炭世晚期(Asselian)羌塘地块发育冈瓦纳特有的 *Eurydesma* 冷水动物群,其生活于 7.7℃ 的高纬度冷水水域,推测羌塘地块此时地处南纬 40 度以上(C-P1 为寒冷时

期,寒带应在 40° 左右以上的高纬度)的范畴,而与之遥相对应的唐古拉地块当时地处南纬 14.1° 度^[23],两者的纬度差为 26° 左右,即当时(Asselian)的古特提斯洋的宽度应为 2600km 左右。早二叠世早期(Sakmarian)羌塘地块发育 *Oriocrasitella-Shizodus* 和 *Atomodesma-Schizodus* 冷温动物群,这两个冷温动物群均分布于安加拉大陆边缘的海域^[17],这种两极分布现象表明,羌塘地块可能与冈瓦纳大陆分离,并迅速向北漂移到寒温带水域(图10)。中二叠世初期(Qixian)羌塘地块发育 *Monodixodina* 冷温动物群,这个动物群也分布于安加拉大陆边缘的水域^[18],具有两极分布特征,同时这个冷温动物群之前已有 *Pamirina* 暖水动物群的向南扩张的现象,说明羌塘地块已从 Sakmarian 期的寒温带水域经过 Artinskian 期迅速向北漂移,并于中二叠世早期(Qixian)到达暖温带。中二叠世晚期(Maokouan)羌塘地块发育与 *Monodixodina* 有亲缘关系的 *Polydixodina* 暖水动物群。*Polydixodina* 动物群的分布范围十分狭窄,可能与热带暖流有关的特有动物群,表明羌塘地块在这个时期已漂移到赤道地带。在中二叠世末期,古特提斯洋的主体消亡并与唐古拉地块发生碰撞,导致羌塘地块大陆边缘形成晚海西褶皱带,古特提斯洋遗骸——西亚尔岗蛇绿杂岩增生于羌塘地块大陆边缘,其发生的时间与梁定益等命名的“藏南运动”相吻合。

综上所述,羌塘地块是一个从冈瓦纳大陆分裂出来的微陆块/地体。羌塘地块的古生物化学演变及生物地理区系的发生、发展与羌塘地块作为基梅里大陆的一员与冈瓦纳大陆分裂,向北漂移导致出现新特提斯,与唐古拉地块碰撞导致古特提洋主体消亡并形成晚海西褶皱带。羌塘地块的大陆边缘应代表冈瓦纳大陆的北缘,霍尔巴错-西亚尔岗地壳对接带应代表冈瓦纳大陆与劳亚大陆的分界线。这条地壳对接带向西经喀喇昆仑山口的空喀山口断裂带^[19],延入中阿富汗,向南与昌宁-孟连地壳对接带相接^[20,21],并进入泰马半岛的文冬-劳勿(Bentong-Raub)地壳对接带^[24]。

参考文献:

- [1] SENGOR A M C et al. Mid-Mesozoic closure of Permian-Triassic Tethys and its implications [J]. *Nature*, 1979, 279(5714): 590-593.
- [2] 王鸿祯. 试论西藏地质构造分区[J]. *地球科学*, 1983, 19(1): 1-8.
- [3] HUANG ZHIXUN and SHI YAN. On the correlation of Margin-Gondwana facies with Paleo-Tethys facies in the Carboniferous and the Permian Systems with notes on their boundary [A]. 11 ICC Abstracts of Papers (II)-Symposiums 1-11 and Miscellaneous [C]. Nanjing: Nanjing University Press, 1987, 468p.
- [4] HUANG ZHIXUN. Paleobiogeography and paleostructure of Carboniferous-Permian in North Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau [A]. *Compte Rendu 4th XI^e Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère* [C]. Nanjing: Nanjing University Press, 1989, 197-208.
- [5] 刘本培等. 西藏阿里地区日土县宽蛤(*Eurydesma*)动物群的发现及其生物地理区系意义[J]. *地球科学*, 1983, 19(1): 79-92.
- [6] 范影年. 中国西藏石炭-二叠纪皱纹珊瑚的地理区系[A]. *青藏高原地质文集*[C]. 北京:地质出版社, 1985, (16): 87-106.
- [7] 孙东立. 西藏地区二叠纪古生物地理区系的演变及其构造意义[A]. *中国西部特提斯构造域演化及成矿作用*[C]. 成都:电子科技大学出版社, 1991, 256.
- [8] 杨遵仪, 史晓颖. 地层古生物研究中系统观再认识[J]. *地球科学*, 1983, 18(1): 1-7.
- [9] 梁定益等. 西藏阿里喀喇昆仑南部的冈瓦纳-特提斯相石炭-二叠系[J]. *地球科学*, 1983, 18(1): 9-28.
- [10] DICHINS J M. Permian Pelecypods and Gastropods from Western Australia [M]. Queensland: Bull. Bur. Min. Res. Australia, 1963, 1-186.

- [11] 王成善等. 西藏羌塘地区的地质特征——兼论特提斯海的构造格局[J]. 大自然探索, 1985, 4(2): 75—84.
- [12] 吴瑞忠. 藏北双湖查桑地区中泥盆统的发现及其地质意义[A]. 青藏高原地质文集[C]. 北京: 地质出版社, 1985(9): 33—40.
- [13] 黄邦强. 西藏改则-双湖地区构造特征[J]. 成都地质学院学报, 1986, 13(2): 66—75.
- [14] 张旗, 李达周等. 云南省云县铜厂街蛇绿混杂岩的初步研究[J]. 岩石学报, 1985, 1(3): 1—14.
- [15] 周济元, 茅燕石, 黄志勋等. 东天山古大陆边缘火山地质[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1994.
- [16] 殷鸿福等. 中国古生物地理学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988.
- [17] AFANASJEVA G. A. The Carboniferous Biostratigraphy, Fauna and Flora of Deng-Nuru Range, South Mongolia [M]. Moscow: Science Press, 1983.
- [18] 盛金章, 王玉净. 西藏二叠纪 类兼论二叠纪 类动物群地理区系[J]. 古生物学报, 1981, 20(1): 546—551.
- [19] 孙巧缙, 张逸信. 空喀山口一带早二叠世的 类[J]. 微古生物学报, 1988, 5(4): 367—378.
- [20] 黄志勋等. 古特提斯造山带东段: 昌宁-孟连带及邻区的现代地层格架[A]. 理工科技新进展[C]. 成都: 四川科学技术出版社, 1996, 86—94.
- [21] 刘本培等. 滇西南昌宁-孟连带和澜沧江带古特提斯多岛洋构造演化[J]. 地球科学, 1993, 18(5): 529—539.
- [22] CONDIE K. C. Plate Tectonics and Crustal Evolution [M]. New York: Pergamon Press, Inc. 1976.
- [23] 叶祥华等. 古地磁与西藏板块及特提斯的演化[J]. 成都地质学院学报, 1987, 14(1): 65—79.
- [24] METCALFE I. Carboniferous and Permian paleogeography of Southeast Asia [A]. Comptes Rendus 4-XI^e Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère [C]. Nanjing: Nanjing University Press, 1989, 245—264.